3

5.292
1853 (3)

1853

Robiquet

P. 5. 292 (1853) 3

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS.

UNIVERSITÉ DE FRANCE. ACADÉMIE DE PARIS.

CONCOURS POUR L'AGRÉGATION.

DE LA DÉCOMPOSITION PUTRIDE.

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS,
le 13 janvier 1853.

PAR HENRI-EDMOND ROBIQUET,
Pharmacien, Licencié ès sciences physiques,
Membre du Conseil d'Hygiène et de salubrité du Xe Arrondissement,
Professeur-Agrégé de Physique à l'École de Pharmacie de Paris.



PARIS.
IMPRIMÉ PAR E. THUNOT ET Cie,
RUE RACINE, 26.

1853

MEMBRES DU JURY.

	MM.
Président.	Bérard.
Juges.	Balard. F. Boudet. Bussy. Caventou. Gaultier de Claubry. Soubeiran.

CANDIDATS.

MM. Figuier.
Réveil.
Robiquet.

DE

LA DÉCOMPOSITION PUTRIDE.


BIBLIOTHÈQUE DE L'ÉCOLE DE PHARMACIE PARIS

INTRODUCTION.

Parmi les Êtres matériels répandus à la surface ou dans les profondeurs du globe terrestre, les uns naissent d'individus semblables à eux et n'ont qu'une existence limitée ; les autres, inhabiles à se reproduire, naissent d'êtres dissemblables et peuvent exister de toute éternité. Dans la première classe, viennent se ranger les animaux et les végétaux, c'est-à-dire tous les êtres organisés ; dans la seconde, les matières inertes, c'est-à-dire tous les êtres inanimés.

Si vous semez une graine de Tabac ne pesant que 4 à 5 milligrammes, vous récolterez au bout de quelques mois une plante dont le poids sera un million de fois plus considérable que celui de la semence. De même, le jeune poulet, au moment où il vient de briser sa coquille, ne pèse pas la centième partie du poids qu'il atteindra au bout d'une année. Il y a donc pour ces individus une organisation spéciale qui leur permet de s'assimiler les éléments nécessaires à leur accroissement, et cela sous l'influence de cette force mystérieuse qu'on nomme la vie. Jamais sans doute il ne sera permis à l'Homme de connaître l'essence même de cette force ; il essaye du moins de comprendre quelle influence elle exerce sur les phénomènes d'absorption et d'assimilation qui se passent dans l'organisme : il voit alors intervenir des réactions chimiques du plus haut intérêt ; mais lorsqu'il veut les com-

parer à celles du laboratoire, il s'aperçoit qu'elles sont profondément modifiées par l'action vitale, et, s'il parvient à connaître la composition exacte des produits ultimes, il n'en saisit presque jamais ni la cause première ni la filiation. Il trcuvera bien dans les feuilles du tabac : de l'acide malique, de la nicotine; dans la chair du poulet : de la créatine, de l'acide inosique, etc.; il pourra facilement analyser tous ces composés, dire combien ils renferment de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote, mais il ne sait pas comment ils ont pris naissance.

Ces réactions inconnues par lesquelles l'organisme des végétaux et des animaux crée, avec l'aide de 4 ou 5 éléments tout au plus, une multitude de composés différents; ces réactions, dis-je, continueront-elles d'elles-mêmes après que la vie aura cessé son cours? Des plantes arrachées du sol, des animaux morts récemment emprunteront-ils à l'air, comme pendant leur vie, les mêmes éléments dans les mêmes proportions, accompliront-ils en un mot les mêmes fonctions chimiques? Non assurément, et, une fois la mort arrivée, l'être organisé redevient matière inerte incapable de résister aux forces nouvelles qui vont s'emparer de lui et qu'il ne pourra même pas modifier. Cet assemblage admirable d'organes, obéissant jadis comme autant de rouages différents à une impulsion unique, ne sera plus qu'une masse pesante contenant des proportions variables de carbone, d'hydrogène, d'oxygène, d'azote, etc., etc. Ces divers éléments n'étant plus protégés par les forces physiologiques, obéiront aux lois des affinités chimiques ordinaires et, subissant la *décomposition putride*, se transformeront en acide carbonique, eau, ammoniaque, hydrogène sulfuré et autres produits plus complexes. Entre ces réactions et celles par lesquelles les chimistes brûlent ou réduisent les matières organiques, il n'y a guère d'autre différence que celle du temps employé.

Il existe donc entre les forces vitales et les forces chimiques un antagonisme continuel qui ne cesse qu'avec la vie. Essayons maintenant de faire connaître les phénomènes qui se passent lorsque la mort frappe les êtres organisés, c'est-à-dire lorsqu'ils sont abandonnés à la *décomposition putride*.

CHAPITRE PREMIER.

PHÉNOMÈNES OBSERVÉS PENDANT LA DÉCOMPOSITION PUTRIDE DES MATIÈRES ORGANIQUES.

Pour que les matières organiques entrent en putréfaction, la première condition, c'est que la vie ait cessé d'animer l'être auquel ces matières appartenaient. Il faut ensuite le concours de l'eau et de l'oxygène, empruntés tantôt à l'air atmosphérique, tantôt à tout autre milieu ambiant. Enfin, ces phénomènes de désorganisation ne s'accomplissent que dans de certaines limites de température au delà desquelles les molécules matérielles restent dans un repos complet. On conçoit facilement que la manière dont ces conditions se trouveront remplies pourra faire varier à l'infini les produits de la réaction. Ainsi, des branches d'arbre, de la chair musculaire, abandonnées à une décomposition spontanée, donneront des produits bien différents, suivant que ces matières organiques auront été abandonnées à l'air libre ou recouvertes d'eau, ou bien encore renfermées dans le sein de la terre. Aussi les savants qui se sont occupés de cette question, ont-ils senti la nécessité d'établir à ce sujet plusieurs distinctions.

M. *J. Liebig*, désignant d'abord ces phénomènes par le nom général de décomposition putride, distingue trois cas. Dans le premier, l'air et la vapeur d'eau entourent de toutes parts le corps organisé en voie de décomposition. Il y a alors *Érémacausie* (1) ou *combustion lente*. Cette oxydation s'opère à une température basse ne dépassant pas 10 à 12°; les éléments de la matière putréfiée y prennent une part inégale, en raison de leurs affinités (différant en intensité) pour l'oxygène. Constatons de plus que l'érémacausie cesse au point de congélation de l'eau, ou lorsque la température s'élève par trop.

(1) De : Ἠρέμα, tranquillement et : καῦσις, combustion.

Dans le second cas, l'air a un accès incomplet, les réactions se passant au milieu de l'eau, et, quant aux conditions de température, elles sont les mêmes que pour l'érémacausie. Faute d'oxygène, les produits de combustion sont nécessairement moins nombreux, et il se forme presque toujours soit de l'hydrogène libre, soit des hydrocarbures. L'ensemble de ces phénomènes constitue, pour M. *Liebig*, la *Putréfaction proprement dite.* Ici, l'oxygène est emprunté, soit aux éléments de l'eau, soit à la matière putréfiée elle-même, soit enfin à l'air dissous dans l'eau.

Dans le troisième cas, tout accès est fermé aux vapeurs aqueuses et aux autres éléments de l'air atmosphérique. Les matières organiques en voie de décomposition empruntent à elles-mêmes ou au nouveau milieu qui les entoure l'oxygène et les éléments de l'eau nécessaires à leur désorganisation moléculaire. C'est ce que M. *Liebig* exprime en disant qu'il y a *Pourriture sèche* ou *Aposepsie* (1).

En résumé, on entend par :

Érémacausie, une combustion lente au contact de l'air humide ;

Putréfaction proprement dite, la destruction de certaines matières organiques ne communiquant avec l'air que d'une manière imparfaite ;

Aposepsie ou pourriture sèche, la destruction des matières organiques n'ayant aucune communication avec l'atmosphère.

Ces distinctions ont cela de commode qu'elles servent à apporter un peu d'ordre et de clarté dans un sujet encore si obscur; mais il faut bien se garder de les prendre dans leur sens rigoureux.

§ I. Matières organiques d'origine végétale.

Érémacausie. — Lorsque les végétaux sont brusquement arrachés à leurs fonctions vitales, puis abandonnés à l'action de l'air et de l'humidité, leur décomposition est d'autant plus prompte que leur tissu est plus lâche et plus gorgé de sucs. Les parties herbacées se flétrissent,

(1) De : Ἀπόσηψις, putréfaction.

l'eau hygrométrique s'évapore et le réseau cellulaire s'ouvre de toutes parts à l'action désorganisatrice de l'oxygène de l'air. Le bois s'altère d'autant plus rapidement qu'il contient moins de cellulose ; ses éléments finissent par se dissocier avec le temps, et il se développe souvent, aux dépens de sa propre substance, des myriades d'insectes et de cryptogames. Les divers principes faisant partie de l'édifice végétal ne subissent pas l'érémacausie avec une égale intensité ; les matières azotées et organisées telles que l'albumine, la caséine, la fibrine..... s'altèrent les premières, puis viennent les corps amylacés, les huiles fixes et volatiles, les acides, les alcaloïdes, les principes neutres, les résines, les diverses espèces de cires, et enfin la cellulose, véritable squelette végétal. On distingue, parmi les produits gazeux provenant de l'érémacausie végétale : *la vapeur d'eau*, *l'acide carbonique*, *l'ammoniaque*..... et parmi les sels : le *carbonate* et l'*acétate d'ammoniaque* qui sont quelquefois accompagnés de *lactate* et d'*azotate* de la même base. Enfin, on retrouve nécessairement dans les résidus, les sels naturels de la plante. La production de ces divers composés est subordonnée aux circonstances dans lesquelles se trouve placé le végétal et à la constitution chimique de ses propres parties. Les couches de matières organiques déjà en voie de décomposition protégent souvent, en effet, les couches inférieures non encore attaquées ; l'action oxydante de l'air se ralentit, la proportion d'acide carbonique formé diminue et il peut même arriver que l'hydrogène se dégage en partie, à l'état de liberté. A mesure que ces couches protectrices tombent en poussière, les phénomènes d'érémacausie incomplète cesseront de se produire et l'oxydation normale reprendra son cours. La destruction *totale* des matières organiques ne peut avoir lieu qu'après un nombre infini d'années, car si la désorganisation marche rapidement pendant les premières phases, elle devient très-lente lorsque la substance végétale, ayant perdu complétement sa forme primitive, est transformée en cette matière noirâtre constituant le *Terreau.*

Plusieurs chimistes ont étudié la composition du terreau, et nous devons citer parmi eux MM. *Braconnot*, *Mulder*, *Berzélius*, *Liebig*, et dans ces derniers temps M. *Soubeiran* . Il résulte de leurs travaux que

la composition du terreau varie, suivant son origine, entre des limites très-étendues et qu'il contient (en outre des débris de végétaux encore reconnaissables) des matières de transition, tantôt neutres, tantôt acides; tantôt solubles, tantôt insolubles dans l'eau, et qu'on a successivement désignées sous les noms d'*humine*, *géine*, *ulmine*, *lignhumine*; acides *ulmique*, *humique*, *géique*, *lignhumique*, etc. Les molécules de ces corps sont en équilibre instable et prêtes à céder sous l'influence des actions chimiques les plus faibles. M. *Braconnot* (1) est parvenu à reproduire ces acides noirs en chauffant le ligneux avec une solution concentrée de potasse, mais c'est *Polydore Boulay*, ce jeune chimiste enlevé d'une manière si déplorable à un brillant avenir, qui constata le premier, par l'analyse, l'identité des composés de M. *Braconnot* avec les acides ulmiques du terreau. Depuis, M. *Malagutti* (*Ann. Chim. et Phys.*, 2ᵉ séric, t. 59, p. 407) a reproduit l'acide ulmique en chauffant un mélange de sucre et d'acide chlorhydrique, et je suis également arrivé au même résultat en remplaçant, dans l'expérience précédente, le sucre par l'aloès. — Si, pour le chimiste, les composés humiques ne présentent pas d'intérêt, il n'en est pas de même pour l'Agriculteur, car profitant de leur facile altérabilité, il les emploie chaque jour à améliorer ses terres. M. *Mulder*, qui s'est beaucoup occupé de l'analyse des terreaux de diverses origines, a trouvé qu'ils contiennent, en moyenne, p. 0/0 : *carbone*, 57,37 ; *hydrogène*, 4,43 ; *azote*, 3,10 ; *oxygène*, 35,10.

On conçoit facilement l'absorption directe par les plantes des parties solubles du terreau ou *humus*, mais comment les acides noirs et tous les autres composés insolubles qui y sont contenus, peuvent-ils passer dans l'organisme végétal? Ce problème a été résolu de la manière la plus satisfaisante par M. *Soubeiran* (2) qui a démontré, avec sa précision accoutumée, que l'humus est dissous par le carbonate d'ammoniaque, aussi bien lorsqu'il renferme des acides ulmiques insolubles que quand il est presque entièrement engagé dans des combinaisons

(1) *Ann. chim. et phys.*, 2ᵉ série, t. XII, p. 189.

(2) *Journ. de pharm.* 3ᵉ série, XVII, p. 321, et t. XVIII, p. 5.

calcaires. Une fois dissous, l'humus devient apte à être aspiré par les spongioles des racines, et par conséquent propre à servir à la nutrition des plantes.

Les feuilles qui tombent des arbres de nos forêts se dessèchent et se désorganisent, mais leurs éléments ne sont pas perdus, car elles ne font que subir les transformations successives qui les ramènent aux mêmes sources, obéissant à la loi de Lavoisier, qui a dit :

« *Dans la nature, rien ne se perd, rien ne se crée.* »

Pour donner un humus de bonne qualité, l'érémacausie végétale doit s'accomplir lentement et régulièrement : il faudra donc, toutes les fois qu'on voudra atteindre ce but, faciliter sans cesse un libre accès à l'air et à l'humidité en éparpillant sur une grande surface les matières sur lesquelles doit s'opérer cette combustion lente. Quand les couches sont trop profondes la température s'élève considérablement et peut même devenir assez intense pour les dessécher et les enflammer. M. *Chevallier* a cité dans un de ses mémoires (1) des exemples très-curieux de combustions spontanées survenues dans des greniers à foin, dans des amas de tourbes, dans des tourteaux, résidus provenant de la fabrication de l'huile de lin... Nous montionnerons encore, comme faits du même genre parvenus à notre connaissance, des incendies causés par l'entassement des pièces d'étoffes préparées pour la teinture en rouge d'Andrinople et par des amas provenant de certaines préparations pharmaceutiques telles que le baume tranquille. Tous ces phénomènes de combustion sont entièrement comparables à ceux qui se produisent dans l'oxydation à l'air libre des pyrites métallurgiques.

M. *Payen* a prouvé, par des expériences récentes sur le charbon des cérusiers combien les moindres changements apportés à la circulation plus ou moins libre de l'air peuvent avoir d'influence sur les produits de cette sorte de décomposition putride (2). On sait que dans les fosses où durant trente à quarante jours le plomb s'oxyde et se carbonate

---

(1) *Annales d'hygiène*, t. XV.

(2) *Ann. ch. et ph.*, 3ᵉ série, t. XVI, p. 231.

sous les influences combinées de l'air, de la température et des vapeurs d'acides acétique, carbonique, de carbonate d'ammoniaque...., les différentes assises de pots contenant les lames de plomb sont séparées par des poutrelles en chêne et des planches en bois blanc. Après avoir servi à huit ou dix opérations, ce bois est tellement altéré qu'on ne peut plus en faire usage. Son aspect lui a fait donner le nom de *charbon des cérusiers*, et en effet, ses propriétés physiques, sa fragilité et la manière dont il brûle lui ont bien mérité cette dénomination. Cependant, M. *Payen* s'est assuré que, malgré ses apparences trompeuses, ce produit de décomposition contient, non pas du charbon libre, mais bien 40 pour 100 d'acides bruns analogues à l'acide ulmique, 39 pour 100 de matières grasses ou résinoïdes solubles dans la potasse caustique et 1 pour 100 d'acétate d'ammoniaque. Cette composition est, comme on le voit, bien loin de ressembler à celle de l'humus qui peut se représenter par du charbon et les éléments de l'eau ; mais il faut dire aussi qu'ici l'érémacausie s'est produite dans des conditions toutes spéciales et en présence de vapeurs acétiques. On ne peut donc pas plus comparer le charbon des cérusiers à l'humus, que le fumier de ces mêmes fosses au fumier ordinaire. En effet, le fumier normal contient des substances organiques azotées en équilibre instable, et par conséquent propres à l'assimilation, tandis que celui des fosses est privé de ces mêmes substances et ne peut servir qu'à abriter les végétaux des effets nuisibles qu'ocasionne le rayonnement de la terre pendant les nuits sereines. Nous aurons donné plus de poids à notre manière de voir quand nous aurons ajouté qu'elle est entièrement conforme à l'opinion de M. *Ch. Lamy*, directeur de la fabrique de céruse de Clichy appartenant à M. *Roard*. Du reste, quelle que soit l'origine de l'humus, il est un fait constant, c'est qu'il contient toujours proportionnellement plus d'azote que les matières végétales qui lui ont donné naissance. Cette anomalie a été expliquée par M. *Mulder*, qui s'est assuré que l'humus, sans doute à cause de sa nature poreuse, condense l'azote et le transforme en ammoniaque.

Putréfaction proprement dite. — On ne peut mieux reconnaître les

caractères de cette sorte de décomposition putride qu'en l'étudiant lorsqu'elle s'accomplit au sein de l'eau et à l'abri du contact *direct* de l'air atmosphérique.

Il est d'abord facile de constater que les réactions s'opèrent avec beaucoup plus de lenteur que dans l'air: l'observation de chaque jour nous apprend en effet que les matières d'origine végétale peuvent séjourner sous l'eau pendant un temps considérable sans éprouver d'altérations sensibles. Toutes les fois qu'on est parvenu à retirer du fond de la mer des vaisseaux sombrés depuis longues années, on a été à même de remarquer leur état surprenant de conservation: les constructions sur pilotis en sont un exemple non moins frappant. Il ne faudrait pas conclure de là que les matières végétales sont presque indécomposables quelle que soit leur nature, car si les parties ligneuses d'un tissu aussi serré que celui des bois de construction résistent longtemps, il n'en est plus de même des parties plus tendres et contenant plus de séve, telles que l'aubier ou les tissus herbacés.

Lorsque les végétaux sont submergés par les eaux, les principes solubles et de nature organique (albumine, caséine, gluten.....) sont décomposés les premiers, et on voit apparaître ordinairement une multitude de petits animaux désignés sous le nom d'infusoires, dont l'existence éphémère permet l'apparition de plusieurs générations se succédant très-rapidement et appartenant à des espèces souvent différentes.

La rapidité de ces générations et leur multiplicité n'est certainement pas la *cause première*, mais le *premier effet* de la putréfaction végétale: seulement, comme ces petits êtres se produisent en grand nombre et meurent après quelques jours d'existence, leurs cadavres éprouvent une décomposition putride qui ne fait que hâter le mouvement de la désorganisation végétale. Lorsque toutes les matières solubles ont été détruites dans les plantes submergées, l'oxygène de l'air contenu dans l'eau porte son action sur la partie insoluble, mais cette action est nécessairement très-lente et toujours si incomplète qu'on reconnaît encore de nos jours la forme des végétaux enfouis sous l'eau depuis des siècles. Il résulte de la petite proportion d'oxygène mise en presence des matières à décomposer, que les éléments les plus combus-

tibles seront seuls attaqués. Une partie seulement de l'hydrogène est convertie en eau, et il s'en dégage une grande quantité à l'état de liberté : de même il n'y a qu'une faible proportion de carbone qui passe à l'état d'acide carbonique, car tout le reste s'unit à l'hydrogène naissant pour former le gaz des marais et d'autres hydrocarbures. On ne connaissait même d'autre moyen de préparer le gaz des marais que d'agiter les dépôts limoneux des étangs, jusqu'à ce que M. *Persoz* nous ait appris à l'obtenir avec l'acide acétique et la chaux potassée. Quant à l'azote, comme il existe en presque totalité dans les principes sulfazotés solubles des végétaux, il a passé dans les premiers produits de la décomposition putride, et la proportion qui en reste est si petite qu'on ne peut dire encore sous quelle forme il se dégage ou s'il se mêle simplement à l'azote de l'air contenu dans l'eau. Il résulte de cette oxydation partielle et du dégagement de l'hydrogène à l'état naissant que la putréfaction végétale possède une action réductive souvent assez énergique pour désoxyder les composés chimiques les plus stables : il n'est même pas rare de voir les fibrilles des plantes marécageuses putréfiées toutes garnies de petits cristaux très-nets de sulfure de fer. Ce composé n'a pu évidemment se former que par la réduction du sulfate, opérée sous l'influence de la décomposition putride.

Lorsque les végétaux sont arrivés au dernier degré de décomposition qu'ils puissent subir sous l'eau, ils se réduisent en une sorte de pulpe noirâtre et douce au toucher, à laquelle on a donné le nom de *limon* ou *terre limoneuse*. Les principes constituants du limon ne sont pas suffisamment connus pour qu'on puisse en rapprocher la composition de celle de l'humus. On sait seulement que ce limon contient une énorme proportion d'eau (au moins 80 pour 100), des sels calcaires, ferriques, aluminiques, magnésiens, à peu près 2 ou 3 pour 100 d'une matière analogue à l'ulmine ; enfin, un principe organique d'une nature particulière doué de la propriété de produire à la surface de la peau une véritable éruption miliaire. C'est probablement à cette substance que les boues de Saint-Amand-les-Bains (Nord) doivent leur efficacité.

Je dois parler ici de certains acides, désignés par *Berzélius* sous les noms d'acides crénique et apocrénique (de κρήνη, source), et

qui se rencontrent dans les dépôts de plusieurs eaux minérales. Ces acides sont de véritables produits de putréfaction végétale se rapprochant plus ou moins de la formule $C^{14}H^{16}AzO^{6}$, et sont le plus souvent unis au sesquioxyde de fer. *Berzélius* a découvert les acides créniques dans l'eau minérale de Porla en Suède. M. *Chevallier* les a retrouvés depuis dans les dépôts des eaux de Forges (Seine-Inférieure). Quelques chimistes ont même perdu leur temps à chlorer ces produits de transition.

Tourbe. — Souvent la putréfaction végétale s'accomplit sans que les plantes se déforment sensiblement et on peut très-bien les reconnaître à leurs caractères botaniques. Le produit ultime de cette décomposition n'est autre chose que la tourbe dont les foyers de l'industrie tirent un si grand parti. Dans les terrains marécageux, il se produit une riche végétation de plantes annuelles (1) qui meurent et se décomposent au sein de l'eau, formant ainsi des couches de matières charbonneuses dont l'épaisseur augmente graduellement. Le marécage se remplit de la sorte d'une espèce de limon tendre à la surface duquel on voit se former de nouvelles végétations qui périssent à leur tour et augmentent ainsi le dépôt de tourbe jusqu'à ce qu'enfin le marécage se trouve à sec. Dans les climats chauds, la formation de la tourbe s'opère plus promptement que dans les pays froids, où la végétation, ainsi que les réactions nécessaires à l'accomplissement de cette putréfaction, marchent avec une extrême lenteur. Les agriculteurs pensent qu'il suffit d'une quarantaine d'années pour combler le vide d'une tourbière, ce qui est une grave erreur, car cette opinion n'est nullement fondée et se trouve en opposition avec les observations consciencieuses de M. *Mulder*. Les principes constituants de la tourbe sont : différents sels accidentellement dissous ou entraînés par l'eau limoneuse et une matière de nature humique qui en constitue la pres-

(1) Les plantes les mieux décrites, parmi celles qui se convertissent en tourbe, appartiennent aux genres: *Carex*, *Scirpus*, *Phragmites*, *Myriophyllum*, *Potamogeton*, *Nymphæa*, etc., etc. — Il existe aussi des tourbes contenant une proportion tellement considérable de sulfure de fer (tourbes pyriteuses) qu'il y a avantage commercial à les laisser effleurir à l'air pour en retirer du sulfate de fer.

que totalité. Le poids des sels ne s'élève pas au delà de 8 à 10 pour 100, et l'analyse y a démontré la présence des sulfates de fer, de chaux, de potasse et d'alumine, du phosphate de chaux et enfin de la silice. Quelquefois la matière humique de la tourbe est accompagnée d'une résine et d'une cire de nature particulière qu'on peut en extraire facilement et qui possèdent toutes deux un grand pouvoir éclairant. Le principal usage de la tourbe est comme combustible; cependant il est des tourbières très-riches qu'on n'exploite pas à cause de l'éloignement où elles se trouvent des villes manufacturières et du prix des transports. On doit à M. *Soubeiran* une observation très-importante et qui permettra, dans un avenir prochain, de mettre fin à cet état de choses. En effet, en comparant la composition des tourbes à celle du terreau, ce savant chimiste a vu qu'il était très-facile de passer de l'un à l'autre de ces produits de décomposition. Pour obtenir un terreau artificiel, il suffira de laisser la tourbe se modifier pendant quelques mois au contact de l'air humide, de la chaux et des sels alcalins dont M. *Soubeiran* a indiqué avec soin les proportions. Les tourbes de qualités très-inférieures comme combustible deviennent par ce moyen très-propres aux usages agricoles et se confondent, après leur nouvelle transformation, avec l'humus.

Aposepsie. — Lorsque les végétaux se décomposent complétement à l'abri du contact de l'oxygène et de la vapeur d'eau contenus dans l'air, il faut absolument qu'ils empruntent, soit à eux-mêmes, soit au nouveau milieu qui les entoure, les éléments nécessaires à leur transformation. On conçoit sans peine que la combustion sera encore plus incomplète et marchera avec beaucoup plus de lenteur que quand la réaction s'accomplit sous l'eau et à fortiori, à la surface de la terre. Quand on examine la composition élémentaire des lignites, houilles, anthracites et de toutes les matières végétales formées par aposepsie dans le sein de la terre, on doit nécessairement trouver que tous ces combustibles contiennent beaucoup moins d'oxygène et beaucoup plus de carbone que les matières ligneuses ou herbacées d'où ils dérivent. Voici, du reste, un tableau qui dispense d'entrer à ce sujet dans de plus grands détails :

NOM DU COMBUSTIBLE.	CARBONE.	HYDROGÈNE.	OXYGÈNE.
Bois.	50,62	5,94	43,44
Tourbes.	60,21	6,45	33,34
Lignites parfaits.	71,20	5,36	23,44
Jayet.	75,06	5,84	19,10
Houilles.	83,40	5,32	11,28
Anthracites.	92,78	1,75	5,47

Il est presque impossible de pénétrer le mystère des réactions successives par lesquelles ont dû passer ces végétaux antédiluviens avant de donner naissance à des produits aussi différents par leur composition que les houilles, l'anthracite, les bitumes, les lignites et toutes ces terres désignées sous les noms de terre d'Ombre, terre de Sienne, terre de Cologne, etc., etc. On conçoit seulement d'une manière générale combien, dans des conditions si différentes, ces réactions ont dû varier. En effet, l'acide carbonique, l'hydrogène et les hydrocarbures formés, ne pouvant trouver d'issue pour regagner l'atmosphère, ont dû produire des pressions plus ou moins fortes, suivies de condensations et de la production de nouveaux composés qui se mêlent simplement aux combinaisons déjà produites, ou les modifient profondément. D'ailleurs, comment pourrions-nous, par nos réactions de laboratoire, nous former une idée de ces gigantesques créations accomplies il y a des milliers d'années? Bornons-nous donc à passer en revue les produits de l'aposepsie végétale dans le sein de la terre, et commençons par ceux dont la formation est la plus récente pour arriver successivement à ceux dont l'origine se perd dans la nuit des temps.

Lignites. — On donne le nom de lignites aux combustibles des terrains tertiaires. Tantôt ils sont pulvérulents et de couleur brune

(*terres d'ombre*, *de Cologne*, etc.); tantôt les arbres gigantesques d'où ils dérivent, et qui appartiennent la plupart du temps à la famille des Fougères, sont à peine altérés quant à leur forme, et on distingue encore les anneaux annuels, à leur aspect plus brillant. D'autres fois ils sont en masses informes, à cassure vitreuse et d'un beau noir brillant (*Jayet*, *bois bitumineux*). Sous ce dernier état, ils servent en quelque sorte de transition à la houille. Il résulte des analyses de MM. *Gay-Lussac*, *Thénard*, *Will*, *Meyer*, *Regnault*, etc., etc., que la composition moyenne des lignites, déduction faite des cendres et de toutes les parties solubles, est environ pour 100 :

Carbone, 71,20; *hydrogène*, 5,36; *oxygène*, 23,44.

On trouve dans les lignites un grand nombre de substances qui méritent d'être citées, mais sur lesquelles nous ne nous arrêterons pas parce que leur formation est restée jusqu'à ce jour inexpliquée. Ces matières sont : *le succin*, *le rétinite*, *le mellite*, *le suif de Montagne*, *l'ozokérite*, *le schéérérite*. Il y a aussi quelques composés minéraux qui imprégnent les lignites; les principaux d'entre eux sont : *le sulfate de fer*, *les aluns à base de potase ou d'ammoniaque*, *la pyrite de fer* et quelquefois *le sulfure de zinc*.

On rencontre aussi dans les terrains tertiaires des combustibles de consistance molle, facilement fusibles et disposés en amas irréguliers ou en couches uniformes comme les lignites. Cependant il faut dire que ces matières se retrouvent en plus grande proportion dans les couches de *schistes* ou de *grès* appartenant aux divers étages géologiques; elles ont reçu le nom de *bitumes*, mais nous ne ferons que les mentionner, car elles proviennent évidemment de la décomposition que le feu terrestre a fait éprouver à certaines familles végétales antédiluviennes. Quelquefois aussi, les bitumes contiennent beaucoup d'azote, ont une odeur fétide, et donnent à la distillation sèche des quantités considérables de carbonate d'ammoniaque. Il est à peu près certain que l'azote de ces substances provient de l'aposepsie de certaines matières animales; et en effet on retrouve

dans les roches voisines beaucoup d'empreintes conservant encore la forme de certains poissons dont les espèces ont disparu.

Houille. — Dans les terrains plus anciens que les terrains tertiaires, on trouve des combustibles dont l'aspect et la cassure ne rappellent aucunement la structure des végétaux d'où ils dérivent. Ces combustibles forment des masses compactes noires et brillantes ou à texture schisteuse donnant des poussières d'un noir plus ou moins brun ; on les nomme Houilles. Ils sont rares dans les terrains secondaires, mais très-abondants dans les terrains de transition : leur présence est même tellement ordinaire dans l'étage supérieur de ces derniers terrains, qu'on en a fait un caractère distinctif, et que l'on appelle généralement cet étage : *Formation carbonifère.*

D'après les meilleures analyses, la composition des houilles sèches, abstraction faite des cendres, est la suivante : *Carbone*, 92, 28; *hydrogène*, 4, 28 ; *oxygène*, 3, 44.

Anthracite. — Si nous pénétrons encore plus avant dans les terrains de transition et que nous descendions jusqu'à leur étage inférieur, nous trouverons l'anthracite, combustible encore plus compacte, encore plus riche en carbone et plus pauvre en oxygène. En effet, voici sa composition, abstraction faite des cendres : *Carbone*, 92, 28 ; *hydrogène*, 4, 28 ; *oxygène*, 3, 44.

Les cas d'aposepsie végétale qui ont été le mieux étudiés en dehors des faits précédents, sont relatifs à la décomposition singulière que le ligneux éprouve à l'intérieur du tronc des vieux arbres (principalement les chênes), et par conséquent à l'abri de la lumière, de l'air et de l'humidité atmosphériques. La partie décomposée ne brunit pas, elle devient blanche ou grise et ressemble jusqu'à un certain point au lycopode. On lui a donné les noms de *poudre de bois mort*, *pourri gris*, *pourri blanc.....*

Les grosses poutres d'édifices anciens, mais non humides, les pièces intérieures des vaisseaux, subissent quelquefois aussi ce mouvement moléculaire dont on ignore encore la cause véritable, et qui est d'autant plus à redouter qu'il se propage comme une contagion dans des masses de bois considérables. Quelquefois on y aperçoit distinctement

les piqûres et les débris de certains insectes, mais le plus souvent on n'y distingue aucune trace de ces êtres microscopiques, qui d'ailleurs ne naissent que quand la réaction est commencée, et que si les matières azotées contenues dans la séve desséchée des bois leur procurent une nourriture suffisante.

Enfin nous devons mentionner quelques observations tendant à prouver que, dans certains cas, les fruits des céréales peuvent donner par aposepsie des produits de combustion analogues à l'humus : M. *Braconnot* (1) a analysé du blé tombé en pourriture sèche, et qui avait été trouvé en creusant sur l'emplacement de l'ancienne citadelle de la ville de Deneuvre (Meurthe); il a vu que ce blé contenait pour 100 : *ulmine*, 26,5 ; *ulmate de chaux*, 42 ; *matières plus carbonacées*, 30, etc. MM. *Lassaigne* et *Virey* sont arrivés à des résultats analogues, en examinant des grains de blé tout noircis, abandonnés depuis des siècles dans des cavaux antiques.

§ II. Matières organiques d'origine animale.

L'histoire chimique de la décomposition putride des animaux est loin d'être aussi avancée que celle des végétaux ; aussi nous sera-t-il impossible d'établir les mêmes distinctions que dans les paragraphes précédents.

Les altérations physiques que subissent les cadavres des animaux abandonnés à la putréfaction, soit au fond de l'eau, soit dans le sein de la terre, ont été décrits avec le plus grand soin par MM. *Orfila* et *Lesueur* (*Traité des exhumations juridiques*). Nous sommes heureux que le cadre de notre sujet ne nous permette pas de donner même un extrait de ce remarquable ouvrage, car nous nous rappelons trop bien que « le meilleur des abrégés est encore un mauvais livre, » et nous renonçons bien volontiers à la tâche ingrate de tracer un résumé de toutes ces expériences, conduites avec tant de patience et de sagacité.

---

(1) *Ann. chim. phys.*, 2e série, t. XXXV, p. 262.

Les éléments des matières animales sont plus nombreux que ceux des matières végétales, et quelques-uns d'entre eux (soufre, phosphore) ont la plus grande tendance à former des combinaisons minérales. La décomposition putride s'annonce alors par des produits d'une odeur repoussante. L'hydrogène sulfuré et l'hydrogène phosphoré qui se produisent dans ces circonstances, entraînent mécaniquement des particules organiques putréfiées, ou contractent peut-être avec elles des combinaisons particulières. Toujours est-il que l'odeur produite est encore plus désagréable que celle de ces mêmes gaz préparés par les réactions ordinaires des laboratoires. On sait aussi qu'il se produit de l'*ammoniaque*, de l'*acide carbonique*, des *combinaisons ammoniacales volatiles* dont la composition varie suivant que la putréfaction est plus ou moins avancée. Les corps perdent leur cohérence, acquièrent une certaine plasticité, puis deviennent à demi liquides pour finir, après un temps plus ou moins long, par se dessécher en une masse brune et informe, qui n'est qu'un mélange de *terreau animal* avec ce qu'on a appelé *gras des cadavres*. Ici encore ce sont les *matières protéiques* (albumine, fibrine) qui se métamorphosent les premières et entraînent, par la perturbation moléculaire qu'elles éprouvent, la décomposition des autres parties. L'hydrogène sulfuré provient principalement des corps protéiques; l'hydrogène phosphoré ne se produit d'une manière notable qu'à la suite de la destruction du cerveau et de la moelle épinière. Lorsque ce dernier gaz se forme en grande abondance, comme dans les cimetières, il s'enflamme spontanément et produit ces feux follets, si longtemps la terreur des âmes superstitieuses. Quant au gras des cadavres, *Fourcroy* est le premier chimiste qui l'ait examiné ; il crut même qu'il constituait un principe particulier identique au blanc de baleine (*cétine*) et à la matière cristalline des calculs biliaires (*cholestérine*) et donna à toutes ces matières le nom collectif d'*adipocire* (1). *Georges Smith*, chimiste anglais, examina quelques années après le gras des cadavres qui avait servi à Oxford aux démonstrations anatomiques, et qu'on jetait

(1) *Ann. de chim.*, t. VIII, p. 17.

depuis nombre d'années dans un caveau particulier traversé constamment par un courant d'eau : il y retrouva l'adipocire de Fourcroy, et crut même être parvenu à la reproduire artificiellement en soumettant la chair musculaire à l'action de l'acide nitrique. Cette méprise fit penser que, par la putréfaction sous l'eau ou dans la terre, la chair musculaire pouvait se transformer en gras des cadavres. Dans le but d'utiliser cette réaction d'un nouveau genre, on jeta dans une grande fosse une cinquantaine de chevaux morts et on les recouvrit de terre mélangée de chaux vive. Or il arriva que, quand la putréfaction se fut opérée complétement, on ne trouva que des traces insignifiantes de gras. M. *Chevreul* expliqua bientôt la cause de cet insuccès en faisant voir que l'adipocire n'était autre chose qu'un savon à base de chaux et d'ammoniaque formé par les acides margarique et oléique. Les acides proviennent de la graisse naturelle des animaux, et l'ammoniaque d'un des produits de leur décomposition : nous ne nous étonnerons plus que l'expérience précédente n'ait pas réussi quand nous aurons ajouté que les chevaux étaient très-maigres.

Hildenbrand a fait quelques expériences dans le but d'étudier la décomposition putride au milieu des différents gaz ; mais comme il est facile de voir que l'auteur de ces recherches n'a pris aucune précaution pour obtenir ses gaz à un état de pureté satisfaisant, nous ne nous arrêterons pas à discuter les résultats obtenus.

M. *Helmnotz* (*Ann. de Berzélius* pour 1845 et 1846) est arrivé à des résultats très-curieux en étudiant comparativement la putréfaction de la chair musculaire à l'air libre et dans de grandes cloches où l'air atmosphérique n'arrivait qu'après avoir traversé de longs tubes de porcelaine remplis de fragments de briques et chauffés au rouge. Il était évident que par cette manipulation les particules organiques de l'air étaient seules détruites, mais que les rapports entre l'oxygène et l'azote n'étaient nullement changés. La chair qui était exposée à l'air libre se décomposa rapidement et se couvrit d'animalcules dont un grand nombre de générations d'espèces différentes se succédèrent les unes aux autres, tandis que la chair qui était renfermée dans les cloches n'avait éprouvé aucune décomposition, même après plusieurs

mois. M. *Mitscherlich* a obtenu le même résultat d'une manière plus simple, car il se contenta de séparer l'air confiné de l'air atmosphérique par de simples feuilles de papier à filtres de Grycksbo (Suède). On sait que ce papier peut être considéré comme de la cellulose chimiquement pure.

Les expériences de *Schultz*, *Schwan*, et du docteur *Ure* (1) ne permettent pas non plus de révoquer en doute ce fait singulier. Il est cependant bien difficile d'admettre qu'il existe dans l'air des myriades de germes invisibles pouvant faire naître, dans des circonstances favorables, un grand nombre d'espèces particulières d'animalcules.

Lorsque les matières animales entrent en putréfaction, il arrive quelquefois qu'elles deviennent phosphorescentes. MM. *D.* et *R. Cooper* ont publié à ce sujet, il y a quelques années, des observations très-intéressantes. Dans une salle d'anatomie, des muscles détachés du cadavre d'un vieillard parurent tout à coup lumineux ; et ces muscles ayant été placés sur d'autres cadavres non luisants, peu à peu la phosphorescence se propagea sur ceux-ci et dans toutes les directions. On sait aussi que le poisson gâté devient très-facilement phosphorescent, surtout dans les temps d'orage.

Les opinions sont partagées au sujet de ce phénomène : les uns pensent qu'il doit être attribué, comme la phosphorescence de la mer pendant les nuits orageuses, à la présence d'une infinité d'animalcules microscopiques ; les autres l'attribuent à un dégagement d'hydrogène phosphoré spontanément inflammable.

Puisque l'occasion se présente, j'en profiterai pour parler de quelques observations que j'ai faites il y a trois ans à Langrune (Calvados). On sait que dans ces parages la mer devient souvent phosphorescente, pour peu que le temps soit orageux. Une nuit du mois d'août le phénomène se produisit avec tant d'éclat, que je ne pus m'empêcher de chercher à l'examiner de plus près. Je remplis donc d'eau de mer une petite barrique, et après avoir laissé dé-

(1) J. Henle, *Anatomie générale*, p. 20.

poser quelques instants le sable et les débris organiques, je filtrai l'eau au travers d'une toile très-fine recouverte d'une feuille de papier joseph. Après quelques minutes les pores du papier arrêtèrent les animalcules phosphorescents, qui les avaient d'abord traversés très-facilement. Après en avoir recueilli un certain nombre, je les fis tomber dans un petit flacon. Je mis dans un second flacon des débris de poissons devenus lumineux par putréfaction, et enfin dans un troisième de petites bandelettes de papier frottées de phosphore.

Ayant versé de l'alcool dans ces trois vases, il se produisit subitement une obscurité complète dans celui qui contenait les petits animaux phosphorescents de l'eau de mer; l'éclat de la chair du poisson pâlit d'abord légèrement, puis diminua de plus en plus d'intensité, et au bout de six heures environ, disparut complétement. Quant au papier phosphoré, il n'éprouva aucun changement et communiqua même sa phosphorescence à l'alcool. Il résulte de cette expérience si simple que la phosphorescence par putréfaction n'est pas due à la présence d'animalcules ni à une matière phosphorée, et je pense que c'est un phénomène d'agrégation moléculaire instable, analogue à celui qui se manifeste par l'insolation de certains composés chimiques (baryte sulfatée, chaux phosphatée). En effet, cet état d'instabilité doit nécessairement se produire à un certain moment, quand une matière organique est placée en quelque sorte entre les forces vitales auxquelles elle vient d'obéir et les forces chimiques qui ne la dominent pas encore. En immergeant de pareilles substances dans l'alcool on les contracte, et on leur fournit de nouvelles conditions d'équilibre qui s'établissent après un temps plus ou moins long.

On n'a pas fait, que je sache, d'expériences précises dans le but de savoir les relations qui existent entre la décomposition putride des animaux, soit dans l'air, soit dans l'eau ou au sein de la terre. On peut seulement dire, d'une manière générale, que ces phénomènes de putréfaction marchent beaucoup plus lentement lorsque l'air a un accès limité par l'épaisseur des couches de terre qui recouvrent les cadavres. Aucun expérimentateur n'a comparé au point de vue chimique les produits qui se forment dans des circonstances si diverses.

Il serait pourtant bien intéressant de savoir ce que deviennent les principes de l'économie animale, lorsqu'ils se décomposent en subissant des réactions, différant entre elles à un tel point que, tantôt les cadavres ne donnent que des produits de décomposition mous et liquides, et tantôt des matières sèches et cassantes.

Avouons aussi que, pour le moment, l'accomplissement d'une pareille tâche est au-dessus des forces du chimiste, et que le génie de *Lavoisier* n'aurait peut-être abordé qu'en hésitant les difficultés d'un si grand problème.

§ III. Décomposition putride des principes sulfuro-azotés d'origine organique, jouant le rôle de ferment.

Nous avons placé dans ce paragraphe, comme dans une sorte d'appendice, l'histoire de la décomposition putride des principes sulfuro-azotés appartenant au règne organique parce que, par leur nature chimique et leur constitution, ils tiennent en quelque sorte le milieu entre les animaux et les végétaux. Ces principes sont peu nombreux, mais ils sont d'une grande importance en ce qu'on les rencontre dans l'économie de presque tous les êtres organisés. Leur composition très-complexe les rend éminemment propres à subir les premiers les métamorphoses qui nous occupent, et cette perturbation qu'ils éprouvent dans leur système moléculaire, ils la communiquent avec la plus grande facilité aux masses qui les entourent. Aussi ces corps, une fois entrés en putréfaction, sont-ils généralement désignés sous le nom de *Ferments* : essayons maintenant de retracer pour chacun d'eux ce que l'on sait de plus précis.

Albumine. — L'Albumine est une matère azotée incristallisable et organisée qui forme la base du blanc d'œuf (*albumen*) du sérum du sang et des liquides nourriciers de la plupart des animaux et des végétaux. Les analyses les plus exactes et les plus dignes de confiance démontrent que sa composition est identique dans l'économie animale et dans les sucs des végétaux. Elle paraît être formée en moyenne de : *carbone*, 53,47 ; *hydrogène*, 7,17 ; *azote*, 15,73 ; *oxygène*, *soufre* et

phosphore, 23,63 (1). — L'Albumine *alcaline*, telle qu'elle existe dans le blanc d'œuf frais, dans le sérum du sang sortant de la veine, entre promptement en putréfaction lorsqu'on l'abandonne à elle-même au contact de l'air : elle développe des gaz putrides, au nombre desquels se trouvent les hydrogènes sulfuré et phosphoré, probablement dans un mode de combinaison particulier avec d'autre substances organiques, des sulfate, carbonate, acétate, sulfhydrate..... d'ammoniaque, et la masse entière est envahie par une multitude d'animalcules, dont il se succède rapidement un grand nombre d'espèces différentes.

Lorsque l'albumine *commence* à se putréfier ainsi, elle est éminemment propre, suivant les observations de M. Thénard, à provoquer la fermentation alcoolique du sucre. Si, au lieu d'abandonner l'albumine simplement à la putréfaction, on commence par détruire sa réaction alcaline en y ajoutant un très-léger excès d'acide acétique, on ne verra plus se produire ces générations animales et il se développera une infinité de petites vésicules, premier rudiment du *Penicillium glaucum*, végétal infusoire qui, avec le temps, étendra en tous sens ses nombreuses et longues ramifications.

Fibrine. — La fibrine est un principe immédiat qui se trouve en suspension dans le sang et lui communique la propriété de se coaguler par le repos. C'est elle qui constitue en grande partie la substance solide des muscles. Lorsqu'on épuise complétement le gluten par l'alcool bouillant, le résidu insoluble est entièrement formé d'une substance à laquelle on a donné le nom de fibrine végétale et qui a la même composition élémentaire que la fibrine animale : Voici, en effet, la moyenne d'un grand nombre d'analyses faites par MM. *Dumas*, *Cahours*, *Scherer* et *Mulder* : *Carbone*, 53,23; *Hydrogène*, 7,01 ; *Azote*, 16,41 ; *Oxygène*, *Soufre*, *Phosphore*. 23,35. Il résulte des observations de *Gay Lussac* et de M. *Wurtz* que les produits de la putréfaction, à l'air libre, de la fibrine sont identiques avec ceux de l'albumine. (*Ann. ch. ph.*, 2e série, t. IV, p. 71). Si la décomposition a lieu sous

(1) *Ann. de ch. et de ph.*, 3e série, t. VI, p. 404.

l'eau, on observe cela de particulier que la fibrine se décompose presque tout entière en produits solubles, parmi lesquels on remarque de l'*Acétate*, du *Butyrate d'ammoniaque* et une manière protéique coagulable par la chaleur. Disons enfin que M. *Mulder* a remarqué que de la fibrine conservée pendant six ans dans de l'alcool avait perdu son état fibrineux et était devenue friable et gélatineuse ; en l'analysant il a vu qu'elle contenait 3,5 pour 100 d'azote de plus que la fibrine fraîche, mais il n'a pu savoir la cause de cette altération.

Caséine. — La caséine est un principe albumineux qui se rencontre dans le lait des animaux, dans certaines graines (pois, haricots, etc.), et dans la partie du gluten qui est soluble dans l'alcool quel que soit son oxygène, elle renferme : *carbone*, 55.14 ; *hydrogène*, 7.16 ; *azote*, 15.67 ; *oxygène*, *soufre et phosphore*, 22 03. La caséine, abandonnée au contact de l'air, à la décomposition putride, éprouve les mêmes transformations que les corps précédemment étudiés dans ce paragraphe, mais il se forme en outre un produit cristallisable extrêmement intéressant qui avait d'abord fixé l'attention de *Proust* et avait reçu de ce chimiste le nom *d'oxyde caséeux.* M. *Braconnot* (1) en fit ensuite connaître les principales propriétés sous le nom d'*aposépédine*, et enfin MM. *Mulder* et *Gerhardt* démontrèrent que ce corps n'était autre chose que de la *leucine* impure. Comme la leucine se produit par l'action de la potasse sur tous les corps protéiques, il est probable qu'on la retrouvera également dans les produits provenant de la putréfaction de ces mêmes substances. D'ailleurs, d'après les expériences de M. *Walter-Crum*, le gluten extrait des farines des céréales et abandonné encore humide au contact de l'air donne une grande quantité *d'aposépédine* ou *leucine*, du *sulfhydrate*, du *sulfate*, du *caséate d'ammoniaque* et sans doute une infinité d'autres produits. En étudiant la composition du gluten, MM. *Dumas* et *Cahours* ont vu que ce principe complexe était formé par l'union de la caséine, de la fibrine et de la glutine végétales. On sait enfin que l'albumine et la glutine végétales ne présentent dans leur composition élémentaire que des différences insensibles.

---

(1) *Ann. ch. ph.*, 2e série, p. 159.

Ferment de bière. — Le ferment ou levure de bière est composé d'une infinité de cellules élémentaires végétales (*Mycoderma cerivisiæ*), retenant dans leur intérieur une *matière azotée* ayant la plus grande analogie avec l'albumine. L'enveloppe extérieure de ces globules se rapproche au contraire, par sa composition de la cellulose (C. 45.46, H. 6.89, O. 47.65), et donne comme elle du sucre lorsqu'on la traite par l'acide sulfurique concentré. Le noyau des cellules est formé d'un liquide qui appartient certainement à la série des corps protéiques, à en juger par la composition suivante donnée par M. *Mulder* : *carbone* 54.35, *hydrogène* 7.04, *azote* 16.03, *oxygène*, *phosphore* et *soufre* 22.58. Voici, du reste, une expérience que je viens de terminer et qui me paraît très-propre à démontrer directement la nature albumineuse du liquide intérieur des cellules du *mycoderma cerevisiæ*, et que c'est bien ce composé qui détermine la fermentation alcoolique du sucre. Si, comme M. *Colin* l'a déjà fait il y a fort longtemps, on lave à l'eau tiède du ferment, on le sépare en deux parties, dont l'une est soluble, de nature albumineuse et excite la fermentation, *après avoir été modifiée par l'oxygène de l'air*, tandis que l'autre est insoluble et dépourvue de la propriété de faire fermenter le sucre : cette partie insoluble n'est autre chose que l'enveloppe elle-même dont nous venons de démontrer la texture ligneuse. Or si on délaye, dans une solution d'albumine, ces cellules *inactives* et qu'on essaye de nouveau leur action sur l'eau sucrée, on voit la fermentation se développer *en quelques minutes*, tandis qu'il faut, comme on le sait, plusieurs jours avec la partie soluble du ferment séparée des cellules, et à l'albumine elle-même des semaines entières pour commencer à réagir sur le sucre. On peut par conséquent enlever au ferment le principe protéique auquel il doit sa singulière propriété et le remplacer par un autre de la même famille chimique.

J'avais essayé de faire l'expérience en sens contraire, c'est-à-dire en remplaçant l'enveloppe du ferment par des substances de composition analogue, telles que des capsules très-minces et très-petites de moelle de sureau, de papier de riz, etc.; mais je n'ai obtenu par tous ces artifices que des signes très-incertains de fermentation. Abandonnée à

elle-même, la levure de bière entre bientôt en fermentation putride et donne, en dernière analyse, les mêmes produits de décomposition que les corps protéiques. Cependant, avant ces résultats ultimes, il se passe une foule de transformations intermédiaires qu'il serait du plus haut intérêt d'étudier avec soin, car il est certain qu'à chacune d'elles correspond une propriété fermentative particulière. On sait, par exemple, que du ferment de bière légèrement putréfié est très-propre à transformer le sucre en *acide butyrique.* M. Schmidt (1) a vu aussi que le ferment frais transformait le sucre non plus en alcool et en acide carbonique, mais en *acide lactique*, lorsqu'il avait été porphyrisé pendant quelque temps, et cependant aucun de ses principes n'a été séparé et encore moins chimiquement altéré. Sans doute, par une étude attentive, on arriverait à trouver un jour les modifications qu'il faudrait faire subir à la levure de bièr pour obtenir successivement les *acides valérianique*, *caproïque*, *œnanthylique*, et tous ceux de la forme : $C^nH^n + O^4$. Les changements qu'on devra opérer dans l'équilibre moléculaire du ferment seront purement mécaniques : ne savons-nous pas en effet, d'après les expériences de MM. *Dœping*, *Struve* et *Brendecke* (2) qu'on peut très-bien obtenir de *l'acide butyrique* en faisant un mélange d'eau, de sucre et de débris de paille ou de papier à filtres bien lavés à la potasse caustique et encore humectés par la lessive alcaline.

CHAPITRE II.

THÉORIE PHYSIQUE DE LA DÉCOMPOSITION PUTRIDE.

Plusieurs auteurs considèrent les phénomènes de la décomposition putride comme toujours dus à des actions purement mécaniques. Voici, si je ne me trompe, comment on peut résumer leur manière

---

(1) *Ann. de Millon et Reiset pour* 1847, p. 614.

(2) *Ann. de Millon et Reiset pour* 1848, p. 364.

de voir. Toutes les fermentations *alcoolique*, *acétique*, *lactique*, *putride*, etc., sont dues à la présence de certains principes d'une composition élémentaire très-compliquée appelés FERMENTS, et dont la putréfaction, c'est-à-dire l'ébranlement moléculaire, se communique peu à peu à toute la masse de la matière à décomposer. De même qu'en faisant passer un courant d'acide sulfhydrique à travers une dissolution de plusieurs métaux (cuivre, plomb, zinc), on ne précipite ces métaux que les uns après les autres, de même un ferment ne communique son ébranlement au milieu qui l'environne que molécule à molécule ; changez tant soit peu sa constitution physique, et vous changerez la nature de la perturbation moléculaire qu'il va communiquer. Quand un ferment est en présence d'un corps organisé, il se passe le même phénomène physique que quand on pose un diapason sur une caisse sonore. Et, d'ailleurs, n'avons-nous pas vu précédemment qu'un débris de matière organique phosphorescent par putréfaction, rend lumineux d'autres corps avec lesquels on le met en contact?

Il paraît très-probable que l'action fermentative est causée par un ébranlement moléculaire; mais que de chemin encore à faire pour connaître la nature de cette force nouvelle, et pour comprendre les transformations qu'elle subit sous les moindres influences! Comment expliquer, en effet, qu'un même ferment, tantôt dédouble le sucre en acide carbonique et en alcool, tantôt le condense et le réduit pour le convertir en *acides lactique*, *butyrique*, etc.

Comment expliquer les grandes différences des fermentations *alcoolique*, *acétique*, *benzoïque*, *sinapisique*, *putride*, et, quant à cette dernière, où chercher l'agent provocateur, la cause première de cette espèce de combustion où les éléments de la matière (carbone, hydrogène, azote) brûlent les uns à la suite des autres, suivant leur ordre d'affinité élective? *Sweigger* pense que la force fermentative est de nature électrique, et il a fait les hypothèses les plus ingénieuses pour prouver que les globules du ferment de bière étaient autant de couples électriques; mais je ne sache pas qu'il ait entrepris aucune expérience sur ce sujet.

J'ai fait de mon côté quelques tentatives pour voir si on ne pourrait pas produire par la pile les phénomènes des fermentations ; mais je n'ai obtenu jusqu'à présent aucun résultat heureux, peut-être à cause de la précipitation que j'étais forcé d'apporter à ces premiers essais. J'ajouterai que, d'après quelques expériences de *Gay-Lussac*, on avait été amené à penser qu'il était possible de provoquer, à l'abri de l'air, la fermentation alcoolique par un simple courant électrique ; mais il résulte des observations multipliées de MM. *Helmnotz*, *Dœpping* et *Struve* (1), que la fermentation s'établit seulement lorsque le courant électrique est assez intense pour décomposer l'eau et modifier par l'oxygène produit le ferment naturellement contenu dans le moût de raisin.

Plusieurs physiciens regardent l'action des ferments comme une *action de contact*, comme un *phénomène catalytique*, ce qui remplace une obscurité par une autre et un fait par un mot.

En résumé, nous ignorons encore la véritable nature de la force qui provoque la décomposition spontanée, et nous ne pouvons mieux terminer ce chapitre qu'en citant textuellement les paroles suivantes de l'illustre *Berzélius* (2) :

« En fait de science, on ne gagne rien aux explications précipi-
» tées; la seule et véritable voie d'arriver à la connaissance exacte
» des causes, est de laisser de côté tout ce qui est incompréhensible,
» jusqu'à ce que tôt ou tard la théorie ressorte des faits. »

CHAPITRE III.

CONSIDÉRATIONS TOXICOLOGIQUES.

Jusque dans ces derniers temps les médecins regardaient unanimement comme très-nuisibles à la santé, les miasmes provenant de la

(1) *Ann. de Millon et Reiset pour* 1848, p. 365; *Ann. de Berzélius pour* 1845, p. 468.
(2) *Ann. de Berzélius pour* 1840, p. 258.

décomposition putride du règne organique et principalement des animaux. On leur attribuait les épidémies les plus graves, telles que la peste, le typhus, le choléra....., mais depuis les travaux de *Warren*, de *Parent-du-Châtelet* et de plusieurs autres observateurs, on s'est précipité dans une opinion diamétralement opposée, comme cela arrive si souvent.

Après avoir dit que les miasmes putrides étaient la cause première des fléaux les plus terribles, on proclame tout d'un coup leur innocuité, et même pour quelques auteurs, entraînés sans doute par le charme du sujet, c'est faire un grand effort que d'avouer que ces émanations sont au moins très-désagréables. Nous pensons qu'ici comme toujours, la vérité est entre les deux systèmes contraires, mais avant tout, résumons les faits que le temps nous a permis de rassembler dans ce travail précipité.

Le Mémoire du docteur *Warren* publié en 1830 (1) tend à démontrer que la décomposition des matières animales n'engendre pas *le principe particulier* qui, d'après l'opinion généralement accréditée jusqu'à lui, était la cause principale des maladies épidémiques, et il s'appuie sur les considérations suivantes :

« Une foule de professions exposent, sans résultat fâcheux, aux » émanations les plus infectes ceux qui les exercent, tels que bouchers, » tanneurs, corroyeurs, boyaudiers, matelots employés à la pêche de » la baleine et enfin les fossoyeurs. Pendant les épidémies de fièvre » jaune à Philadelphie (1795) et à Boston (1798) les bouchers, quoi- » que placés au centre des quartiers les plus ravagés, n'ont compté » parmi eux que 3 victimes. Les tanneurs et corroyeurs ne sont, ni » plus fréquemment ni plus gravement malades, que les autres hom- » mes (à l'exception toutefois des maladies charbonneuses pour les- » quelles il y a inoculation réelle), et pourtant ils sont obligés, surtout » en été, de travailler des peaux tellement putréfiées qu'elles en sont » verdâtres. Les matelots baleiniers, dont les navires sont imprégnés » d'odeurs nauséabondes, sont d'une santé plus vigoureuse que ceux

(1) *Journal des Progrès*, t. XIX, p. 66.

» qui montent d'autres bâtiments. Enfin, les fossoyeurs, loin d'être » plus que les autres hommes en proie aux maladies fébriles ou contagieuses, ont même été regardés comme jouissant d'une sorte d'immunité à cet égard, car en consultant les tables de mortalité pendant » les épidémies, on trouve que les fossoyeurs payent un moins large » tribut à la mort que ceux qui exercent d'autres professions.

» Le séjour prolongé dans les salles de dissection ne donne lieu à » aucun effet fâcheux ; c'est tout au plus si on remarque quelques accidents passagers, même dans les villes, comme Londres et Édimbourg, où la rareté des sujets oblige de les conserver si longtemps, » que la putréfaction en rend l'approche insupportable. »

Le même auteur raconte que dans la campagne d'Égypte, pendant la station des bâtiments anglais dans la rade d'Aboukir, plusieurs cadavres de matelots restèrent sur les bords de la côte, sans sépulture, exposés à l'action d'un soleil brûlant et mouillés sans cesse par les eaux de la mer. Tous ceux qui voulaient se rendre du camp à Rosette étaient obligés de traverser l'atmosphère infectée par ces cadavres dont les émanations se répandaient à plus d'un quart de lieue, et pourtant aucun soldat n'en souffrit. Un grande nombre d'observations faites par des médecins distingués viennent donner encore plus de poids aux opinions précédentes, et il nous suffira de citer les noms de *Desault*, *Dubois* et *Marjolin* pour faire sentir avec quels soins scrupuleux il faut peser les faits tendant à infirmer tout ce qui précède, faits dont voici le résumé :

On trouve dans le Dictionnaire des sciences médicales, article dysenterie, l'observation suivante due à *Desgenettes* : « Pendant son » séjour au Caire, on promena sous des fenêtres et le long de l'allée » d'un jardin la dépouille putréfiée d'un énorme cerf ; l'odeur infecte » qui s'en exhalait occasionna des nausées, une diarrhée subite, et » ensuite la dysenterie, à plusieurs personnes qui s'étaient trouvées » dans le rayon des émanations ; *Desgenettes* lui-même fut du nombre » des malades. »

En août 1796, pendant la guerre d'Allemagne, le général *Vaidy* avait été chargé de diriger l'inhumation des cadavres laissés sur le

champ de bataille, dans les environs de Nuremberg. L'opération dura plusieurs heures et le général ne cessa d'éprouver de violentes nausées. Le cheval qu'il montait, quoique jeune et vigoureux, avait peine à soutenir le poids de son cavalier et de retour au camp il ne tarda pas à succomber. *Vaidy*, les autres officiers, et les médecins qui l'avaient accompagné tombèrent gravement malades et ne furent sauvés que par les soins les plus assidus. Enfin, on remarqua que tous ceux qui avaient touché les cadavres avaient été plus ou moins gravement atteints, mais que ceux qui s'en étaient tenus plus éloignés n'avaient ressenti aucun mal.

« Le Père *Cotte*, prêtre de l'Oratoire, a été témoin de la mort subite » d'un fossoyeur, arrivée le 15 janvier 1773, au moment où, creusant » une fosse dans le cimetière du couvent, il donna par mégarde un » coup de bêche sur un cadavre à demi putréfié, il en sortit aussitôt » une vapeur infecte et le fossoyeur tomba roide mort (1). »

Nous ne pouvons nous dispenser de parler du mémoire publié par *Fourcroy* au sujet des fouilles exécutées en 1787 au cimetière des Innocents. Après avoir parlé du météorisme du ventre, qui se montre quelque temps après la mort, et avoir établi que, dans les cimetières, une expérience souvent confirmée par la tradition a appris que la *première* rupture de l'abdomen par l'expansion croissante des gaz est le moment où les fossoyeurs courent les plus grands dangers. « L'odeur » affreuse, continue *Fourcroy*, et l'activité vénéneuse de ce fluide élasti- » que nous annoncent que s'il est mêlé, comme on ne peut en douter, » des gaz hydrogène et azote tenant du soufre et du phosphore en dis- » solution, il peut contenir encore une autre *vapeur délétère* dont la » nature a jusqu'à présent échappé aux physiciens, et dont l'énergie » terrible sur la vie est malheureusement trop prouvée. »

Mais, disent quelques chimistes, la putréfaction n'est qu'une production d'acide carbonique, d'ammoniaque et de vapeur d'eau mélangée quelquefois d'hydrogène sulfuré et d'hydrogène phosphoré. A ceux qui professent cette opinion et qui, probablement, n'ont jamais été

(1) *Observations et Mémoires de Physique*, etc., par Rozier, t. I, p. 103.

chargés d'expertises médico-légales, nous opposerons ces paroles de *Berzélius* (*Traité de chimie*, t. VII, p. 696) : « Les produits de la putré- » faction diffèrent des combinaisons fétides inorganiques telles que » l'hydrogène sulfuré ou l'hydrogène phosphoré, mais nous ignorons » complétement leur genre d'agrégation moléculaire, leurs véritables » réactions et leur composition. »

Il nous semble évidemment résulter de ce qui précède que, dans les *premières phases* de la putréfaction des animaux, il se développe un composé organique d'*une nature particulière*, dont la vapeur tue subitement ceux qui la *respirent*, *aussitôt qu'elle se dégage des corps.* Heureusement cette vapeur méphitique, subissant une modification profonde dès qu'elle se mêle à l'air, peut encore causer certains malaises, mais elle n'est plus mortelle. Cette métamorphose est comparable à celle que subit l'acide prussique lorsqu'il se transforme en formiate d'ammoniaque, c'est-à-dire en un composé nullement toxique. Seulement on ne sait pas si l'agent délétère produit par la putréfaction subit sa transformation à la suite d'un changement moléculaire, ou bien d'une simple oxydation. Quoi qu'il en soit, ce poison terrible existe, et l'observation de chaque jour ne fait malheureusement que confirmer l'opinion de *Fourcroy.*

Jusqu'à présent, nous nous sommes borné à considérer d'une manière générale l'influence que les matières organiques en putréfaction exercent sur la santé ; essayons maintenant d'entrer plus avant dans le cœur du sujet, et cherchons à résumer de notre mieux les opinions émises par les maîtres de la science sur une question un peu en dehors de nos études habituelles.

Les médecins de nos jours (et je choisis pour leur interprète un savant dont personne ne contestera la compétence, M. *Orfila*,) ne croient pas que la putréfaction soit compatible avec la vie, ou, en d'autres termes, puisse s'établir dans des tissus vivants. Il en est de même des liquides en circulation, sang et humeurs diverses, et les mots de putridité, état putride du sang, fièvre putride, pris dans leur sens absolu, rappellent une erreur de doctrine qui n'a plus aujourd'hui de partisans. En dehors des conditions que je viens d'exclure,

l'économie animale peut renfermer dans son sein de véritables foyers de décomposition putride, tels que ceux qui résultent de gangrènes partielles et de suppurations profondes, n'ayant pas un écoulement facile au dehors. Je citerai encore comme pouvant subir une semblable altération, les divers produits morbides déposés à la surface de la peau ou des membranes muqueuses communiquant librement avec l'air extérieur, les produits naturels de sécrétions placés eux-mêmes dans ces dernières conditions. Tous ces foyers, en contact avec des parties vivantes et absorbantes, deviennent la source d'une véritable infection de l'économie, dont M. le professeur *Bérard* a fait une étude approfondie, et dont il a décrit les effets sous le nom de résorption putride et d'infection putride. Les chirurgiens et les médecins apportent le plus grand soin à prévenir ces fâcheuses complications, et cette partie de mon sujet, si restreinte au point de vue où je dois me placer, fournirait à elle seule le texte d'une thèse étendue de *médecine. Proust* a démontré comment, sous l'influence de certaines inflammations, l'urine devient ammoniacale dans la vessie, y favorise la formation de calculs ammoniaco-calcaires, l'ammoniaque libre diminuant alors la solubilité des phosphates terreux naturellement contenus dans l'urine.

Si, des foyers de putréfaction situés au sein pour ainsi dire de l'économie vivante, nous passons à ceux qui leur sont extérieurs, le champ des considérations morbifiques s'agrandit considérablement. On sait aujourd'hui comment les marais et les eaux stagnantes sont, pour les habitants des communes voisines, souvent la cause de production de fièvres intermittentes; c'est en devenant de véritables foyers de décomposition des substances organiques végétales et animales, surtout des premières, que le retrait des eaux a privé de vie dans certaines saisons, notamment en automne. On a soutenu avec persévérance et talent que les mêmes causes, sous l'influence de certaines conditions locales, devaient être regardées comme productrices de la peste, de la fièvre jaune, du choléra asiatique.

Si au lieu de matières végétales ce sont des matières animales qui

entrent en putréfaction, lorsque les hommes ou les animaux sont réunis dans un espace trop limité, et où les précautions hygiéniques ne peuvent être prises comme cela a lieu dens les villes assiégées, dans les camps, etc., on voit se déclarer le typhus et la dysenterie. Enfin, si nous plaçons l'homme isolé en présence de foyers plus restreints, mais en quelque sorte plus concentrés, comme ceux qui se trouvent dans les fosses d'aisances, dans les sépultures, les égouts....., nous voyons se produire les différentes espèces d'asphyxie et certaines maladies propres aux ouvriers employés à ces travaux.

Empoisonnement par les matières organiques putréfiées. — Nous avons vu dans ce qui précède que la putréfaction de certains principes sulfazotés, d'origine animale, sont capables, *en dehors du corps*, d'entraîner la décomposition complète de masses considérables de substances organiques, en contact avec elles. Or, toutes ces matières faisant partie des aliments de l'homme et des animaux, étant d'origine organique c'est-à-dire de nature fermentescible, il se produira dans l'économie les perturbations les plus graves lorsqu'on y introduira des substances nutritives n'étant pas dans un état de conservation suffisant. Ne sait-on pas, d'ailleurs, qu'une simple piqûre faite avec un scalpel ayant servi à la dissection d'un cadavre putréfié, peut communiquer à la masse entière du sang une altération telle que la mort en résulte après plusieurs jours de cruelles souffrances?

Les expériences nombreuses publiées vers 1815 par M. *Orfila*, et celles que MM. *Gaspard* et *Magendie* ont fait connaître depuis, ne permettent pas de conserver le moindre doute sur les propriétés toxiques des aliments frappés de putréfaction à un degré plus ou moins intense.

Les docteurs *Kerner*, *Schumann* et *Weiss* ont eu à juger et à étudier par centaines, en Allemagne, des cas d'empoisonnement occasionnés par l'usage de certaines préparations de viandes fumées, à demi gâtées. En lisant le détail des observations, on serait tenté de regarder ces empoisonnements comme produits par une véritable fermentation putride qui se propage d'abord dans le torrent circulatoire, envahit bientôt le corps entier, et continue ses ravages sur le cadavre que la mort lui abandonne.

Nous ne nous arrêterons pas à discuter les diverses opinions mises en avant par MM. *Kerner*, *Schumann* et par *Sertuerner* pour expliquer ces terribles accidents; car évidemment, comme le dit M. *Orfila* (*Trait. de tox.*, t. II, p. 641), « de nouvelles recherches sont néces» saires pour arriver à la connaissance des causes qui produisent ces » effets délétères. »

CHAPITRE IV.

DES MOYENS DE PRÉVENIR LA DÉCOMPOSITION PUTRIDE.

Si l'Agriculture a le plus grand intérêt à rendre à la terre et à l'air, sous forme d'engrais, les matières organiques que les récoltes de chaque année lui enlèvent, la Science et l'Industrie s'appliquent, au contraire, à préserver de la destruction les matériaux dont elles font usage. Le naturaliste et le botaniste s'efforcent sans cesse de conserver dans leurs formes premières les espèces et les sujets qu'ils ont décrits et classés : le constructeur et l'artiste demandent chaque jour au chimiste et au physicien des procédés efficaces pour conserver le bois de leurs bâtiments et de leurs œuvres. Pour résoudre ce problème, il faudrait connaître la véritable cause de la décomposition putride chez les êtres organisés, afin de pouvoir en quelque sorte arrêter la contagion dans son germe. — Or il résulte des faits consignés dans notre rapide résumé, que la science n'a fait encore que soulever le coin du voile qui nous cache les conditions de ces destructions spontanées. Disons cependant que, malgré l'insuffisance de la théorie, on est souvent parvenu à trouver, par des moyens empiriques, des procédés de conservation atteignant complétement le but proposé.

§ I. Procédés de conservation des végétaux.

Parties herbacées. — Comme nous l'avons dit plus haut, les parties herbacées des végétaux, arrachés du sol, sont celles qui se détruisent

les premières sous l'influence de l'air, de l'humidité et de la putréfaction si prompte des principes sulfazotés que la séve avait charriés jusque dans leurs dernières ramifications. L'aubier est attaqué après les parties vertes, et le cœur du bois résiste le dernier. Nous passerons sous silence les divers procédés qui ont été publiés pour conserver les plantes destinées aux collections botaniques ou aux usages pharmaceutiques. En effet, les moyens proposés se résument à ceux-ci : Dessiccation de la plante par les papiers absorbants, et sa conservation dans des cartons ou des bocaux fermés avec soin. Il serait pourtant bien à désirer qu'on fît quelques essais dans cette direction, et il serait beau de chercher le moyen de garder, autrement que par d'informes herbiers, la trace des grands génies qui ont illustré les sciences naturelles. Lorsque les végétaux doivent servir à l'alimentation ou à la préparation de certains médicaments, le mieux est de suivre le procédé d'Appert, qui consiste à chauffer jusqu'à la température de l'eau bouillante ces végétaux ou quelques-unes de leurs parties dans des vases hermétiquement clos. Les ferments se coagulent, et il y a absorption de l'oxygène de la petite quantité d'air que les vases renferment encore. Du reste, les avantages que l'on retire de ce procédé si simple et si ingénieux sont trop connus pour que nous insistions davantage.

Parties ligneuses. — La conservation des bois est une des questions industrielles les plus importantes. M. *Payen* a démontré, depuis longtemps, que les bois qui contenaient le plus de cellulose proportionnellement aux autres principes, étaient ceux qui se conservaient le mieux, et il cite en première ligne les bois d'acacia et de chêne. Cela se conçoit du reste facilement, car si un bois donné est riche en cellulose et pauvre en matières sulfazotées, il ne présentera qu'un élément bien faible à l'action destructive de l'air et de l'humidité ; les insectes rongeurs et certains cryptogames n'y trouveront pas non plus une nourriture suffisante. Par la même raison, les bois résineux (ébénier, gaïac, palissandre) ont toujours une grande durée, car la séve y est remplacée en presque totalité par les principes résinoïdes. Aussi une des premières pratiques de l'industrie a-t-elle été de recouvrir

de vernis gras et résineux les bois que l'on voulait préserver de la destruction. On a reconnu ensuite que les *essences*, les *huiles siccatives*, la *créosote*, le *pyrolignite de fer*,... étaient de très-bons préservatifs.

M. *Bréant* (1) proposa le premier d'introduire dans l'intérieur des bois, au moyen d'une pression énergique, certaines huiles siccatives.

M. *Mohl* commence par faire pénétrer dans les pores du bois une certaine quantité de vapeur d'eau sous la pression d'environ une atmosphère et demie, puis il refroidit brusquement : il se fait alors un vide qui détermine l'aspiration des différentes solutions salines.

M. *Boucherie*, mettant à profit la force d'ascension que l'action vitale communique à la séve, fait arracher l'arbre tout entier et plonge aussitôt ses racines dans d'énormes cuves contenant des solutions de sulfate ou mieux de pyrolignite de fer. Si l'arbre a de trop grandes dimensions, on pratique à la base une incision circulaire, et on construit tout autour du pied une sorte de bassin dans lequel on fait couler le liquide conservateur jusqu'à ce que son niveau dépasse l'incision. Par l'une ou l'autre méthode, les liquides pénètrent tous les tissus et arrivent jusqu'aux dernières feuilles. Les bois ainsi préservés sont très-propres aux constructions à exécuter dans des lieux humides et deviennent en quelque sorte incombustibles.

M. *E. Lemarchand* a fait, au sujet de la conservation des bois, des observations très-curieuses et qui trouvent ici leur place. Persuadé d'abord que les matières azotées et les sels déliquescents de la séve étaient la seule cause de la destruction du ligneux, il commence par enlever tout le liquide séveux en opérant ainsi qu'il suit : les poutres sont placées, pendant deux à trois semaines, dans un courant d'eau peu rapide, puis il les expose à l'air libre durant un ou deux mois d'hiver ; les pluies achèvent le déplacement de la séve commencé dans l'eau courante, et comme la température, à cause de la saison, ne s'élève pas assez pour que la putréfaction apparaisse, les bois gagnent peu à peu les mois d'été et, se séchant lentement, arrivent à

(1) *Bulletin de la Soc. d'encour. pour* 1841, p. 20, et pour 1845, p. 254.

supporter les grandes chaleurs sans se déformer. Il ne reste plus qu'à achever la dessiccation dans des greniers bien ventilés. En coupant dans le sens de l'axe une tige d'un bois ainsi desséché et rapprochant les deux moitiés de telle sorte que l'extrémité supérieure de l'une d'elles soit en regard de l'extrémité inférieure de l'autre, on aurait une excellente tige de pendule compensateur, présentant l'avantage d'être excessivement légère et insensible aux variations de température, conditions bien difficiles à remplir dans la pratique.

MM. *Boutigny* (*d'Évreux*) et *Hutin* (1), dans un mémoire récent, critiquent d'abord l'usage des solutions de sublimé corrosif, de chlorure de zinc, d'acide arsénieux et de divers autres sels, puis proposent un nouveau procédé basé sur l'emploi de l'huile de schiste, du goudron et de la gomme laque. Les résultats obtenus par cette nouvelle méthode ont été très-satisfaisants, surtout pour la construction des traverses de chemin de fer.

§ II. Procédés de conservation des matières animales.

procédés physiques.

Influence de l'air. — *Gay-Lussac* a observé que quand une fois par jour ou tous les deux jours on chauffe à la température de plus de 100° des liquides d'origine animale tels que du lait, de l'urine, des solutions de colle forte, etc., on peut les préserver pendant très-longtemps de la putréfaction. Il est probable que la chaleur coagule ou détruit les premiers produits de décomposition qui, formés sous l'influence de l'oxygène de l'air pourraient servir plus tard à décomposer la masse entière. Ces expériences sont intéressantes au point de vue théorique, mais on comprend bien qu'elles ne sauraient trouver leur application dans la pratique. En effet, il est beaucoup plus simple, pour détruire l'influence de l'air, d'opérer par des procédés qui le séparent complétement de la matière putrescible. C'est sur ce principe que sont

(1) *Ann. de ch. et de ph.*, 3e série, t. XXIII, p. 381.

fondées les méthodes de Sweeny et d'Appert pour la conservation des viandes. Dans l'économie domestique on arrive journellement au même résultat en soustrayant les aliments au contact de l'air par une couche d'*huile*, de *saumure*, de *graisse fondue* et quelquefois même de charbon végétal en poudre. Ce dernier agent de conservation a de plus l'avantage de protéger les matières organiques contre les changegements de température et les influences électriques des temps orageux.

Influence de la température. — L'observation de chaque jour démontre que la fermentation putride se développe d'autant plus facilement que la température ambiante n'oscille guère qu'entre 20 ou 25° centigrades. Il en résulte qu'un moyen très-efficace de conservation consiste à s'éloigner beaucoup de ces limites. Aussi un corps organique maintenu à une température de plus de 60 à 70° centigrades ne fermentera-t-il jamais. Observons cependant qu'à ce degré de chaleur, l'aspect et le volume du corps sont complétement changés, et on en pourrait citer comme exemple les malheureux que l'on retrouve à moitié calcinés dans les sables brûlants de l'Égypte. De même, la décomposition sera arrêtée pour toujours si l'animal est plongé dans un milieu dont la température ne dépasse pas celle de la glace fondante. Je n'ai besoin à ce sujet que de rappeler le nom de l'*elephas primigenius* (Blumenb.), qu'on a retrouvé parfaitement conservé dans les régions glaciales (Cuvier, *Dissertation sur les révolutions du globe*). Dans nos climats, pendant l'hiver, l'abaissement de la température est assez considérable pour que les sujets déposés dans les cimetières se conservent plusieurs semaines sans altération sensible. Il existe même à Bordeaux des caveaux (situés au-dessous de l'église Saint-Michel) dont l'air se trouve dans des conditions de température telles que les cadavres qui y sont déposés depuis de longues années sont dans un état de conservation extraordinaire.

Influence de l'électricité. — Il est généralement reconnu qu'en été, à l'approche des orages, la tendance des substances animales à se putréfier est singulièrement accrue, et les fossoyeurs n'ont jamais vu ce fait se démentir. Néanmoins, comme la chaleur et l'humidité viennent

ajouter ici leur action à celle de l'électricité dont l'effet est tout à fait nul en hiver, quelle que soit sa tension, nous pensons que la question a besoin d'être de nouveau approfondie.

M. *Matteucci* (1) a fait à ce sujet quelques expériences. Ayant placé sur deux plaques de cuivre et de zinc des morceaux de muscle, il vit que la putréfaction était ralentie dans sa marche et que les produits de décomposition étaient bien différents de ceux qui accompagnent les fermentations putrides ordinaires. Dans les fibres musculaires placées sur le zinc, M. *Matteucci* reconnut la présence de corps hydro-carbonés et de composés ammoniacaux tandis que sur la plaque de cuivre il était facile de constater la formation de l'acétate de cuivre et de l'acide acétique libre. Ces résultats prouvent seulement, si je ne me trompe, que l'électricité développée a formé sur la plaque de zinc de l'hydrogène, et sur la plaque de cuivre de l'oxygène qui, par leur état naissant, ont dû tous deux singulièrement modifier les réactions; mais il serait difficile d'en conclure, avec l'auteur, que le fluide électrique est un antiseptique.

PROCÉDÉS CHIMIQUES.

Parmi les composés chimiques minéraux jouissant de vertus antiseptiques, nous choisirons de préférence le *chlorure de calcium desséché*, la *chaux vive*, le *sulfate de fer*, le *sublimé corrosif* et le *chlorure de sodium.*

Le *chlorure de calcium* paraît agir par la rapidité avec laquelle il absorbe l'eau des cadavres et détruit par conséquent une des conditions nécessaires à leur décomposition.

La *chaux vive* s'empare également de l'eau, mais elle paraît en même temps se combiner aux tissus et former des espèces de sels calcalcaires insolubles et imputrescibles. Dans une fouille pratiquée en 1835 au cimetière Saint-André-des-Arts, à une grande profondeur, les cadavres les mieux conservés appartenaient à la première rangée qui était placée sur l'argile et toute recouverte de chaux.

---

(1) *Ann. de ch. et de ph.*, 2ᵉ série, t. XLII, p. 310.

Le *bichlorure de mercure* et le *sulfate ferrique* en solution sont très-efficaces, parce qu'ils se combinent chimiquement aux corps protéiques, c'est-à-dire à l'élément même de la putréfaction animale. Ces dissolutions garantissent non-seulement les pièces qui y restent constamment plongées, mais encore celles qui n'y séjournent que quelques heures.

Le *sel marin* est souvent employé dans l'économie domestique pour la conservation des aliments. *Berzélius* s'est assuré que ce composé ne se combine à aucun principe de l'organisme des animaux, et je ne crois pas qu'on ait jamais expliqué la nature de son action conservatrice.

Parmi les composés organiques, nous devons citer en première ligne : *l'alcool*, la *créosote*, qui agissent en coagulant les corps albumineux, le *vinaigre de bois* et le *tannin*. Enfin, tout récemment, M. *Robin* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXXIII) a constaté les propriétés anti-putrides des poisons les plus violents, tels que la *Nicotine*, la *Morphine*, la *Strychnine*, l'*acide Cyanhydrique.....* et il a cherché à établir entre le pouvoir conservateur et l'action toxique de ces substances certaines analogies que nous avouons n'avoir pas très-bien comprises. Le même savant a constaté aussi que l'huile de goudron de houille rectifiée l'emportait de beaucoup comme antiseptique sur toutes les substances employées jusqu'à ce jour, et il cite à l'appui de sa manière de voir les expériences les plus concluantes. Nous partageons à cet égard les idées de l'auteur, nous espérons même pouvoir dire bientôt à quel composé chimique l'essence de houille doit ses propriétés.

Embaumements. — Dès la plus haute antiquité différents peuples se sont occupés de la conservation des cadavres, et les momies encore très-bien conservées qui nous viennent des Égyptiens en sont une preuve frappante. Leurs procédés nous sont très-mal connus : cependant *Hérodote* décrit les opérations avec détail, mais le sens précis des noms donnés aux substances et aux composés chimiques employés est certainement perdu. L'historien de ces âges reculés rapporte, par exemple, que l'on commençait par plonger les corps dans une solu-

tion de ....., puis suit un mot que des commentateurs différents traduisent par : *nitre*, *carbonate de soude*, *miel* ou *cire*.

Sans nous arrêter à décrire les divers procédés suivis de nos jours, nous signalerons seulement les noms des composés chimiques le plus en usage. On a successivement préconisé le *Sublimé* (Procédé du docteur *Chaussier*), des solutions complexes contenant tantôt, comme le conseillait *Clauderus*, du *sel ammoniac* et du *chlorure de potassium*, tantôt du *carbonate de soude* et de l'*alun* (Procédé *Pelletan*). *Gannal* a proposé une méthode à l'aide de laquelle il prétendait conserver les *cadavres toujours frais avec l'apparence du sommeil*. Cette méthode était basée sur l'ingestion dans les veines de solutions concentrées d'*acétate* et de *chlorhydrate d'alumine* souvent additionnés d'*acide arsénieux*. Enfin M. *Sucquet* préfère employer des solutions de *sulfite de soude* et de *chlorure de zinc*. Le premier de ces sels agit par la facilité avec laquelle il absorbe l'oxygène, et le second par la propriété qu'il possède de coaguler les matières albuminoïdes de l'économie et de former avec elles des combinaisons imputrescibles.

RÉSUMÉ.

Revenons maintenant sur nos pas, et tâchons de saisir dans leur ensemble les réactions chimiques qui s'accomplissent pendant la décomposition spontanée des êtres organisés, ainsi que les liens qui les rattachent aux phénomènes produits sous l'influence de la force vitale.

Le règne minéral est la source unique d'où les plantes tirent les éléments nécessaires à leur accroissement. Le carbone, l'azote, l'hydrogène, l'oxygène et le soufre sont empruntés à l'acide carbonique, à l'ammoniaque, à la vapeur d'eau et à l'hydrogène sulfuré de l'atmosphère. Quant aux substances inorganiques (*phosphates et sulfates alcalins et terreux*, *oxyde de fer*, *silice*) qui se trouvent dans les parties des végétaux, elles proviennent du sol et des engrais.

Pendant la germination il y a absorption d'oxygène et production d'acide carbonique ; la fécule est transformée en sucre et en gomme ; enfin les principes sulfuro-azotés, s'ils sont insolubles, se fluidifient. Les fonctions de la vie embryonnaire des végétaux sont donc tout à fait semblables à celles de l'organisme des animaux ; mais aussitôt que les premières feuilles apparaissent à la lumière, les réactions changent complétement de nature. Les feuilles et les racines absorbent l'acide carbonique de l'air et du sol, le réduisent, rejettent l'oxygène et fixent le carbone. L'ammoniaque est absorbée à l'état de gaz, se combine au soufre de l'hydrogène sulfuré et des sulfates, au carbone de l'acide carbonique et aux éléments de la vapeur d'eau, pour donner naissance, par des transformations encore inconnues, aux corps protéiques (albumine, fibrine, caséine, glutine, légumine, amandine...) et aux essences sulfurées (huiles volatiles des crucifères, etc.). Lorsque

le soufre n'intervient pas, il y a formation de principes neutres (asparagine, caféine, phloridzine, lilacine...), ou d'alcaloïdes (morphine, codéine, quinine, cinchonine, strychnine...). Enfin, il peut se faire que ni le soufre, ni l'azote ne prennent part à la réaction, et alors, entre les éléments de l'acide carbonique et de l'eau seulement, il s'opère des combinaisons de plus en plus compliquées, commençant à la formation de l'acide oxalique, et finissant à celle du sucre, de l'amidon, du ligneux et des corps gras.

Dans toutes ces métamorphoses, l'eau intervient soit en cédant ses éléments, soit comme agent mécanique servant à amener la séve et les sels solubles jusqu'aux dernières ramifications.

Chez les animaux il s'accomplit constamment deux actions physiologiques bien distinctes: l'une la respiration ou l'action destructive, l'autre la nutrition ou l'action créatrice. *Par la respiration l'oxygène absorbé est éliminé sous forme d'eau et d'acide carbonique.* Quant à la nutrition, elle s'accomplit aux dépens des végétaux. En effet, les principes sulfuro-azotés des plantes sont identiques, quant à la composition élémentaire, avec les principes du sang des animaux. Dans les graines et dans la séve ils sont toujours accompagnés d'alcalis ou de phosphates et sulfates indispensables également à la formation du sang. Or comme le sang, véritable chair coulante, est la source unique d'où dérivent tous les autres tissus de l'économie, il en résulte nécessairement que l'organisme animal tout entier se forme aux dépens de l'organisme végétal.

Nous venons de voir que la respiration animale n'était autre chose qu'une véritable combustion de carbone et d'hydrogène donnant de l'acide carbonique et de l'eau. Rappelons maintenant que ces mêmes produits d'oxydation se forment par la décomposition putride des animaux et des végétaux et sont accompagnés constamment de vapeurs ammoniacales ainsi que d'hydrogènes sulfuré et phosphoré : ces derniers composés hydrogénés proviennent principalement de la décomposition des corps protéiques. Quant à l'ammoniaque, elle dérive également de cette source et de la transformation en carbonate ammoniacal, de l'Urée, l'un des produits constants des déjections animales.

Nous voici donc revenu à notre point de départ, c'est-à-dire aux principes minéraux nécessaires à l'accroissement des végétaux, principes qui sont rendus à l'atmosphère et au sol par la voie de la respiration animale ou de la décomposition putride de tout le règne organique. La génération présente ne s'élève qu'aux dépens de la poussière des générations passées, et servira elle-même à nourrir les générations futures.

L'homme éprouve un frémissement singulier en songeant que les éléments du sang qui coule dans ses veines, du cerveau où s'agitent ses pensées, sont peut-être empruntés aux cendres de ses ancêtres, et il murmure ces profondes paroles du poëte :

L'Être succède à l'Être et la Mort est féconde.



Bon à imprimer,

BÉRARD.

PARIS. — IMPRIMÉ PAR E. THUNOT ET Ce,
rue Racine, 26, près de l'Odéon.